

(12) UK Patent Application (19) GB (11) 2 178 820 A

(43) Application published 18 Feb 1987

(21) Application No 8618364

(22) Date of filing 28 Jul 1986

(30) Priority data

(31) 3528629

(32) 9 Aug 1985

(33) DE

(71) Applicant

M.A.N. Technologie GmbH,

(Incorporated in FR Germany),

Dachauer Strasse 667, 8000 Munchen 50, Postfach 50 06 20,
Federal Republic of Germany

(72) Inventors

Hans Zeilinger,
Rolf Deska

(74) Agent and/or Address for Service

Marks & Clerk, 57-60 Lincoln's Inn Fields, London WC2A 3LS

(51) INTCL⁴

F16L 9/04 B29C 41/00 67/14 F16J 12/00

(52) Domestic classification (Edition I):

F2P 1A16A 1A24 1A9 1B7V C11

U1S 1795 1848 B5A F2P

(56) Documents cited

GB A 2154171

GB A 2045391

GB A 2129365

GB 0938288

GB A 2100662

(58) Field of search

F2P

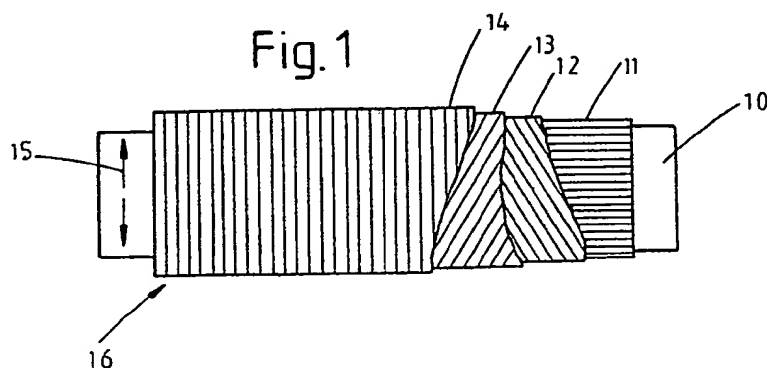
B5A

B7W

Selected US specifications from IPC sub-class F16L

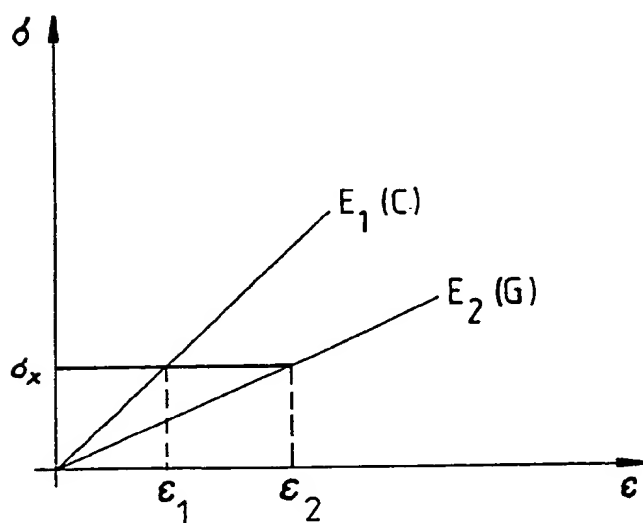
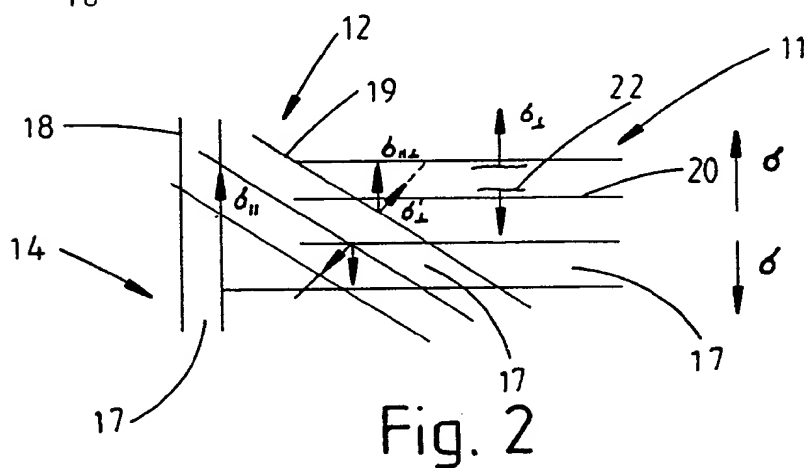
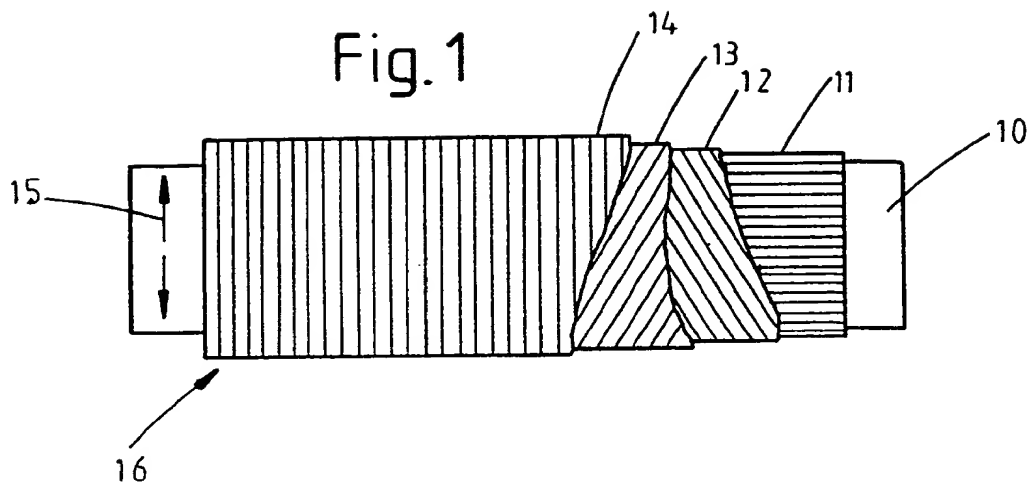
(54) Forming re-inforced tubular structures

(57) In order to increase the stress resistance of composite fiber structures (16) such as rotors and pressure vessels, an inherent compression stress field is established in the matrix material. This is performed by the curing of the matrix material while the fibers (12 - 14) are elastically stretched. In order to extend the application of this method to structures to be used at raised temperatures, fibers with a high strength and a high modulus of elasticity are employed. Carbon fibers of the intermediate type are particularly well suited. Owing to the lesser stretch of such fibers even under a high stress, the strain on the matrix material is less so that the stretch may be kept below the elongation of the matrix material, even if the material is thermally stable and is accordingly relatively brittle.



GB 2 178 820 A

2178820



SPECIFICATION

A method of manufacturing a tube

5 The invention relates to a method for the manufacture of a tube, such as a rotor tube, of fibers embedded in a matrix material, wherein the fibers are wound onto a mandrel, which is then expanded radially and wherein the matrix material is then cured while the fibers are in a stretched state.

10 Rotor tubes made of fiber reinforced composite material are usually made with a plurality of fiber plies with different alignments. The fibers wound onto the mandrel may either be endless fibers or 15 in the form of fiber mats. During later operation of the rotor it is more especially tensilely stressed in the peripheral direction. Depending on the different alignment of the fibers these stresses will have different effects in the fiber plies. It has been observed that the plies running athwart the principal stress direction form the weakest point in a composite structure under load, because the tensile strength in a direction normal to the fiber direction is dependent on the relatively low tensile strength 25 of the matrix. In the parts between the fibers cracking is frequent and is likely to spread.

In the British patent application 8,502,475 a proposal has been made to remedy such an undesired effect by causing the matrix material to cure with 30 the fibers in a pretensioned state so that an inherent compression results in the resin which constitutes a sort of reserve stretch capacity. Accordingly the permissible stretch is increased in a direction normal to the fibers.

35 This method has been proposed for composite glass fiber structures (see the periodical "Kunststoffe" 74th year, 1984, No. 9, pages 520 through 526), in which case ductile matrix materials were used which owing to the increased elongation in 40 operation are able to match the stretch of the glass fibers. However such a scheme is only suitable for applications in which no thermal loads are likely.

One aim of the present invention is to devise a method of the initially noted type such that the resulting composite fiber structures are able to with- 45 stand higher temperatures.

In order to achieve this or further objects appearing herein, a method for the manufacture of a tube of fibers embedded in a matrix material, wherein 50 the fibers are wound onto a mandrel, which is then expanded radially and wherein the matrix material is then cured while the fibers are in a stretched state, is performed using fibers with a high strength and a high modulus of elasticity.

55 The invention is based on the notion that the requirement as regards the elongation of the matrix material may be modified by the selection of the fibers in accordance with the elastic behavior. Owing to the small degree of stretch it is possible to 60 use a more brittle or harder matrix material if the fibers have a higher modulus of elasticity. Such materials have a higher thermal stability, since the elongation is inversely proportional to the thermal stability.

65 The invention accordingly provides a method

with which the available strength of a fiber composite structure may be enhanced, such enhancement being independent of the operating temperature to which the composite structure is to be subjected.

70 A further advantage of the method is that when producing a composite fiber structure, owing to the high modulus of elasticity of the fibers, a relatively high inherent compressive strain may be introduced into the matrix material with a low degree of stretch.

75 It has been discovered that carbon fibers of the intermediate or HST type (high strain type) make possible the use of matrix materials with an elongation of 5% or less (in the pure resin molding material). Materials with this degree of strength have a thermal stability of at least up to 100° C. More especially, fibers of the high modulus (HM) type are well suited, which have an even higher 85 strength and elongation than the above noted fibers.

The method of the invention will now be described in more detail with reference to one example thereof as shown in the accompanying diagrammatic drawing.

90 For the production of pressure tubes or rotor tubes for example, fiber plies 11 to 14 are applied to a radially expandable core 10 either by winding on an endless filament or applying fiber mats. The core 10 is expanded, for example by hydrostatic pressure or by mechanical action and raised to the curing temperature of the matrix used until same is cured.

100 In this method the fibers extending in the direction of loading, more especially the circumferential fibers of the ply 14, are elastically prestressed.

105 After relaxing the radial force 15 and during the cooling of the composite tube 16 the stretched fibers will tend to return to their original condition. This contraction is however prevented by the cured matrix material 17. The fibers 18, and more especially the circumferential ply 14 and also the fibers 19 of the 45° plies 12 and 13, therefore retain an inherent tension strain, which exerts a compressive stress on the matrix material 17. This residual inherent compression strain has such an effect that on expanding the tube 16 during use the development of strains in the matrix material 17 is such that when the degree of stretch is low there is 115 firstly a relaxation of the inherent compression strain and it is only after exceeding a larger degree of strain that a tensile strain develops in the matrix material. A tensile stress (σ) acting on the fibers 18 and 19 and on the matrix material 17, as indicated in figure 2, will be resisted by the fibers themselves in the case of the fiber ply 14 parallel to the tensile stress, in which the tensile strength is greatest. In the longitudinal fibers 20 of the ply 11 the case is different insofar as the tensile stress 125 acts across the fiber direction: σ , and the contribution to resisting the longitudinal stress in this ply is provided by the matrix material 17. This so-called transverse strength is lowest.

130 If the structure 16 consists of fibers with a low modulus of elasticity, as for example glass fibers

as used in known methods, the tensile stress of for example σ_x will cause a relatively large extension of ϵ_x (curve E_2 in figure 3). This strain may well exceed the elongation of the matrix material, and there will be cracking between the fibers 22 despite the reserve stretch.

However if fibers 18 to 20 are used which have a high tensile strength and a high modulus of elasticity, as for example in curve E_1 in figure 3, the same tensile stress σ_x applied to the composite structure will produce a smaller degree ϵ_1 of stretch or extension. Fibers that are particularly satisfactory in this respect are carbon fibers of the intermediate type, which have a modulus of elasticity of 295 GPa and a tensile strength of up to 5100 N/squ. mm. Furthermore carbon fibers of the types HST or HM may be used (see Kunststofftechnik, VDI Verlag, pages 167 through 169).

In connection with these fibers it is possible to use a resin based on diglycidylether-bisphenol A with diamino diphenylsulfone as a curing agent. Such matrix material has a thermal stability of up to 100° C.

A further suitable matrix material with an elongation under 5% is a resin based on diglycidylether-bisphenol A with methyltetrahydro-phthalic anhydride with or without N-methylimidazole as a diluent.

In connection with fibers - as for example amounting to 60% by volume - the available elongation is only about 10% of the elongation of the pure matrix material, i.e. the available elongation of the above mentioned materials is reduced to about 0.5%. In the case of such materials the provision of reserve stretch is particularly valuable but only serves a useful purpose if the fibers have a sufficiently high modulus of elasticity. Carbon fibers as mentioned produce an excellent combination for highly stressed structures where good thermal stability is required.

CLAIMS

1. A method for the manufacture of a tube made up of fibers embedded in a matrix material, wherein the fibers are placed on a mandrel, which is then expanded radially and wherein the matrix material is then cured while the fibers are in a stretched state, said method being performed using fibers with a high strength and a high modulus of elasticity.

2. A method as claimed in claim 1 wherein said matrix material is thermally stable.

3. A method as claimed in claim 1 or claim 2 wherein said fibers include carbon fibers.

4. A method as claimed in any one preceding claim wherein said fibers include carbon fibers of the intermediate or high strain type.

5. A method as claimed in claim 4 wherein said matrix material is formed by reacting two components to form an epoxy resin.

6. A method as claimed in claim 5 wherein one of said components is diglycidylether.

7. A method as claimed in claim 5 wherein one of said components is bisphenol A.

8. A method as claimed in claim 5 wherein one of said components is diamino-diphenyl-sulphone.

9. A method as claimed in claim 5 wherein one of said components is methyltetrahydro-phthalic anhydride.

10. A method as claimed in any one of claims 5 to 9 in which N-methylimidazole is used as a diluent.

11. A method as claimed in any one of the preceding claims wherein said fibers include fibers of the high modulus type.

12. A method as claimed in any one preceding claim wherein said fibers are in the form of an endless fiber wound onto said mandrel.

13. A method as claimed in any one of claims 1 to 11 wherein said fibers are in the form of fiber mats.

14. A method as claimed in claim 1 substantially as described herein with reference to the accompanying drawing.

15. A tube structure produced by the method as claimed in any one of the claims 1 to 14.

Printed for Her Majesty's Stationery Office by
Croydon Printing Company (UK) Ltd, 12/86, D8817356.
Published by The Patent Office, 25 Southampton Buildings, London, WC2A 1AY,
from which copies may be obtained.

①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑪ **DE 4021165 A1**

⑳ Aktenzeichen: P 40 21 165.7
㉔ Anmeldetag: 3. 7. 90
㉕ Offenlegungstag: 7. 2. 91

⑤ Int. Cl. 5:
F16F 15/04

F 16 F 1/14
B 60 G 17/00
B 60 G 21/02
B 60 G 11/18

DE 4021165 A1

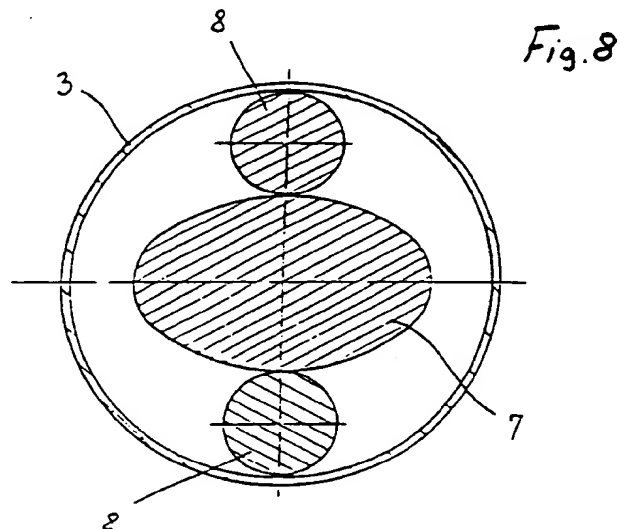
③0 Innere Priorität: ③2 ③3 ③1
29.07.89 DE 39 25 260.4

㉚ Anmelder:
Volkswagen AG, 3180 Wolfsburg, DE

㉚ Erfinder:
Thum, Holger-Michael, Dipl.-Ing., 3300
Braunschweig, DE

⑤4 Verfahren zur Veränderung der Eigenfrequenz eines Feder-Massen-Systems sowie eine Drehstabfeder und eine Verwendung hierfür

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Veränderung der Eigenfrequenz eines Feder-Massen-Systems, eine Drehstabfeder hierfür und deren Verwendung. Erfindungsgemäß wird die Federsteifigkeit der Drehstabfeder durch Veränderung ihrer Querschnittsgeometrie in Abhängigkeit von dem jeweiligen Belastungszustand angepaßt.



DE 4021165 A1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Veränderung der Eigenfrequenz eines Feder-Massen-Systems sowie eine Drehstabfeder und eine Verwendung hierfür.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein neues Verfahren zur Veränderung der Eigenfrequenz eines Feder-Massen-Systems sowie eine sich insbesondere für dieses Verfahren eignende Drehstabfeder zu entwickeln.

Diese Aufgabe wird hinsichtlich des Verfahrens erfindungsgemäß gelöst durch die Verwendung nur einer Drehstabfeder, deren Federsteifigkeit durch Veränderung ihrer Querschnittsgeometrie in Abhängigkeit von dem jeweiligen Belastungszustand angepaßt wird. Dabei ist erfindungsgemäß möglich, zur Veränderung der Querschnittsgeometrie den Innendruck einer hohl ausgebildeten Drehstabfeder zu verändern, oder aber die Innenwandung einer hohl ausgebildeten Drehstabfeder in radialer Richtung mit verstellbaren Kräften mechanisch zu beaufschlagen.

Hinsichtlich der Drehstabfeder wird die eingangs geschilderte Aufgabe erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß zumindest der mittlere Abschnitt des Stabes rohrförmig ausgebildet ist und eine gute Verformbarkeit der Querschnittsgeometrie aufweist, und daß eine im Innenraum der Drehstabfeder zumindest in deren mittleren Abschnitt angreifende Einrichtung zur Verformung der Querschnittsgeometrie vorgesehen ist.

Dabei ist es zweckmäßig, wenn der rohrförmige Stab aus einem bidirektional verstärkten Faserverbundwerkstoff besteht. Zur Erhöhung der Querschnittselastizität ist es vorteilhaft, wenn der Matrixwerkstoff des Faserverbundwerkstoffes im mittleren Stababschnitt ein Elastomer, in den Endabschnitten ein Duroplast ist.

Zur Erzielung der erforderlichen Querschnittsstabilität kann ein Stützrohr vorgesehen sein, das an seinen beiden Enden in den genannten Einspannenden eingespannt ist. Wird dieses Stützrohr außen angeordnet, so ergibt sich zugleich ein Schutz des Faserverbundwerkstoffes gegen äußere Beschädigungen.

Der Querschnitt des Stabes kann in seiner Ausgangsstellung kreisrund, polygon oder auch flach elliptisch ausgebildet sein. Soll der Stab in der Ausgangsstellung in seinem mittleren Abschnitt flach elliptisch ausgebildet sein, ist es zweckmäßig, den Stab als Rohr mit rundem Querschnitt herzustellen und erst nachträglich in seinem mittleren Abschnitt abzuplatten.

Die Verformung der Querschnittsgeometrie des rohrförmigen Stabes kann erfindungsgemäß durch Veränderung seines Innendruckes, insbesondere durch Erhöhung des Innendruckes gegenüber dem äußeren Atmosphärendruck erfolgen, wobei die Druckveränderung vorzugsweise hydraulisch erfolgt. Hierfür ist in dem einen Einspannende ein Druckzufuhrstutzen angeordnet, der in den im übrigen luftdicht abgeschlossenen Stabinnenraum mündet. Bei einer derartigen Ausbildung ist der rohrförmige Stab zumindest in seinem mittleren Abschnitt in der Ausgangsstellung (Druck im Stabinnenraum = äußerer Atmosphärendruck) elliptisch ausgebildet.

Die Querschnittsgeometrie des rohrförmigen Stabes kann aber auch durch einen im Stabinnenraum angeordneten Spreizmechanismus erfolgen.

Durch die erfindungsgemäß mögliche Veränderung der Drehfedersteifigkeit lassen sich Eigenfrequenz und Geometrie eines Feder-Massen-Systems beeinflussen. Derartige Systeme können insbesondere als Stabilisator

oder Aufbaufederung eines Fahrzeugs eingesetzt werden, wobei dann die Veränderung der Federsteifigkeit in Abhängigkeit des Fahrzustandes und/oder der Fahrzeugbelastung erfolgt. Dieses System zeichnet sich aus durch ergebende geringe Massenkräfte sowie durch einen einfachen Aufbau und einen geringen Raumbedarf.

Weitere Merkmale der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche und werden in Verbindung mit weiteren Vorteilen der Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert.

In der Zeichnung sind einige als Beispiele dienende Ausführungsformen der Erfindung dargestellt. Es zeigt

Fig. 1 eine Drehstabfeder im Längsschnitt;

Fig. 2 die Drehstabfeder gemäß Fig. 1 in einem gegenüber Fig. 1 um 90° versetzten Längsschnitt;

Fig. 3 einen Querschnitt gemäß der Linie III-III in Fig. 1 mit Ansicht;

Fig. 4 eine abgewandelte Ausführungsform in einer Darstellung gemäß Fig. 1;

Fig. 5 die Ausführungsform gemäß Fig. 4 in einer Darstellung gemäß Fig. 2;

Fig. 6 einen Querschnitt gemäß der Linie VI-VI in Fig. 4 mit Ansicht;

Fig. 7 eine abgewandelte Ausführungsform im Querschnitt;

Fig. 8 im Querschnitt die Ausführungsform gemäß Fig. 7 mit verändertem Stabquerschnitt;

Fig. 9 eine abgewandelte Ausführungsform in einer Darstellung gemäß Fig. 7 und

Fig. 10 die Ausführungsform gemäß Fig. 9 mit verändertem Stabquerschnitt.

Die Fig. 1 bis 3 zeigen eine Drehstabfeder mit kreisrunden, verformungssteif ausgebildeten Einspannenden 1, 2, zwischen denen sich ein rohrförmig ausgebildeter Stab 3 erstreckt. Dieser ist in seinem mittleren Abschnitt 3a im Querschnitt flach elliptisch ausgebildet und geht in seinen beiden Endabschnitten 3b in einen den Einspannenden 1, 2 angepaßten kreisförmigen Querschnitt über. In dem einen Einspannende 1 ist ein Druckzufuhrstutzen 4 angeordnet, der in den im übrigen luftdicht abgeschlossenen Stabinnenraum 5 mündet. Der äußere Atmosphärendruck ist mit p_0 und der im Stabinnenraum 5 herrschende Druck mit p_i bezeichnet, wobei bei den Darstellungen in den Fig. 1 bis 3 $p_i = p_0$ ist.

Für den Mantel des rohrförmigen Stabes 3 wird vorzugsweise ein bidirektional verstärkter Faserverbundwerkstoff verwendet, dessen Matrixwerkstoff vorzugsweise im mittleren Stababschnitt 3a ein Elastomer, in den Endabschnitten 3b jedoch ein Duroplast ist. Dadurch wird die Querschnittselastizität im mittleren Abschnitt 3a erhöht. Insbesondere zum Schutz des Faserverbundwerkstoffes ist ein den rohrförmigen Stab 3 umhüllendes Stützrohr 6 vorgesehen, das z. B. aus einer dünnwandigen Aluminiumlegierung bestehen kann und der Drehstabfeder die nötige Querschnittsstabilität verleiht, indem die Enden des Stützrohres 6 zusammen mit den Enden des rohrförmigen Stabes 3 in den genannten Einspannenden 1, 2 eingespannt sind.

Durch Erhöhen des Innendruckes p_i (hydraulisch oder pneumatisch) läßt sich die Querschnittsgeometrie des rohrförmigen Stabes 3 und damit deren Federsteifigkeit verändern.

Die Fig. 4 bis 6 zeigen eine abgeänderte Ausführungsform, bei der der rohrförmige Stab 3 bei $p_i = p_0$ über seine gesamte elastisch ausgebildete Länge einen flach elliptischen Querschnitt aufweist. Die Einspannenden 1, 2 sind wiederum starr ausgebildet.

Die Fig. 7 und 8 zeigen einen im Stabinnenraum 5

angeordneten mechanischen Spreizmechanismus zur Veränderung der Querschnittsgeometrie des rohrförmigen Stabes 3, der in der in Fig. 7 dargestellten Ausgangsstellung einen flach elliptischen Querschnitt aufweist. Bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel besteht der Spreizmechanismus aus einer koaxial angeordneten, von außen antreibbaren Nockenwelle 7, die sich an der Stabinnenwandung abstützende Rollen oder Kugeln 8 beaufschlagt. Dabei kann die Drehübertragung von der Nockenwelle 7 auf die Rollen oder Kugeln 8 und/oder deren Abrollbewegung an der Stabinnenwandung über eine Verzahnung oder aber einen Reibschluß erfolgen. Nach einer Verdrehung der Nockenwelle 7 um 180° ist die in Fig. 8 dargestellte Position erreicht, in der der Spreizmechanismus 7, 8 den Querschnitt des rohrförmigen Stabes 3 von der in Fig. 7 gezeigten flach elliptischen Ausgangsform in eine kreisrunde Form drückt.

Die Fig. 9 und 10 zeigen für den Spreizmechanismus eine abgewandelte Ausführungsform, die eine koaxial angeordnete, von außen antreibbare Kurbelwelle 9 aufweist, an der mehrere Kurbeln 10 angelenkt sind, die mit ihrem freien Ende umfangsversetzt die Stabinnenwandung beaufschlagen. Die Wirkungsweise dieses Spreizmechanismus entspricht der der Einrichtung gemäß den Fig. 7 und 8.

Die beiden in den Fig. 7 bis 10 dargestellten Ausführungsformen erfordern kein mit einem elliptischen Querschnitt hergestelltes Rohr, so daß der rohrförmige Stab 3 aus kreisrunden Rohrprofilen hergestellt werden kann.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Veränderung der Eigenfrequenz eines Feder-Massen-Systems, **gekennzeichnet** durch die Verwendung nur einer Drehstabfeder, deren Federsteifigkeit durch Veränderung ihrer Querschnittsgeometrie in Abhängigkeit von dem jeweiligen Belastungszustand angepaßt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zur Veränderung der Querschnittsgeometrie der Innendruck einer hohl ausgebildeten Drehstabfeder verändert wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zur Veränderung der Querschnittsgeometrie die Innenwandung einer hohl ausgebildeten Drehstabfeder in radialer Richtung mit verstellbaren Kräften mechanisch beaufschlagt wird.
4. Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Drehstabfeder als Rohr mit Kreisquerschnitt hergestellt und nachträglich in ihrem mittleren Abschnitt abgeplattet wird.
5. Drehstabfeder, insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest der mittlere Abschnitt (3a) des Stabes (3) rohrförmig ausgebildet ist und eine gute Verformbarkeit der Querschnittsgeometrie aufweist, und daß eine im Innenraum der Drehstabfeder zumindest in deren mittleren Abschnitt (3a) angreifende Einrichtung zur Verformung der Querschnittsgeometrie vorgesehen ist.
6. Drehstabfeder nach Anspruch 5, gekennzeichnet durch verformungssteif ausgebildete Einspannenden (1, 2), zwischen denen sich der rohrförmig ausgebildete Stab (3) erstreckt.
7. Drehstabfeder nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß der rohrförmige Stab (3) aus

einem bidirektional verstärkten Faserverbundwerkstoff besteht.

8. Drehstabfeder nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Matrixwerkstoff des Faserverbundstoffs im mittleren Stababschnitt (3a) ein Elastomer, in den Endabschnitten (3b) ein Duroplast ist.

9. Drehstabfeder nach einem der Ansprüche 5 bis 8, gekennzeichnet durch ein Stützrohr (6), das an seinen beiden Enden in den genannten Einspannenden (1, 2) eingespannt ist.

10. Drehstabfeder nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß das vorzugsweise außenliegende Stützrohr (6) aus einer dünnwandigen Aluminiumlegierung besteht.

11. Drehstabfeder nach einem der Ansprüche 5 bis 10, gekennzeichnet durch einen nichtunden, vorzugsweise elliptischen Querschnitt zumindest im mittleren Stabbereich (3a).

12. Drehstabfeder nach einem der Ansprüche 5 bis 10, gekennzeichnet durch einen Polygonquerschnitt.

13. Drehstabfeder nach einem der Ansprüche 5 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Einrichtung zur Verformung der Querschnittsgeometrie durch einen in dem einen Einspannende (1) angeordneten, in den Stabinnenraum (5) mündenden Druckzufuhrstutzen (4) und eine im übrigen luftdichte Stabausführung gebildet ist.

14. Drehstabfeder nach einem der Ansprüche 5 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Einrichtung zur Verformung der Querschnittsgeometrie ein im Stabinnenraum (5) angeordneter mechanischer Spreizmechanismus (7, 8; 9, 10) ist.

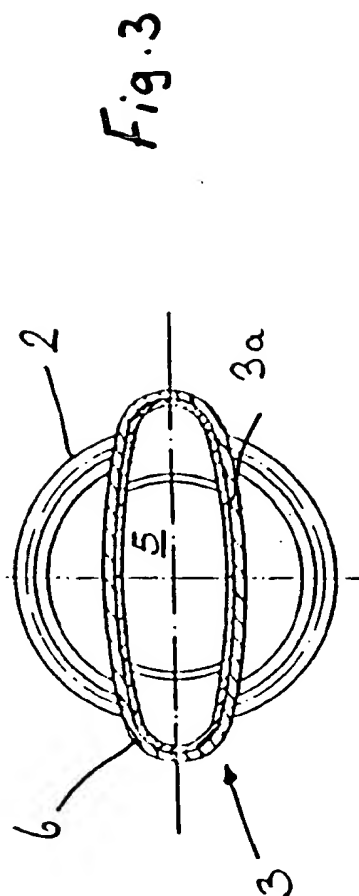
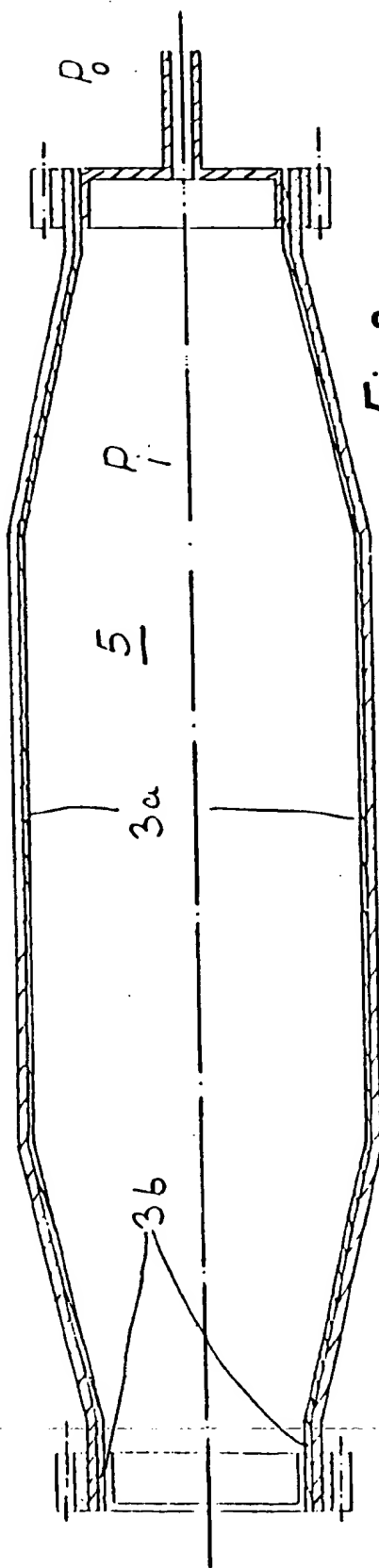
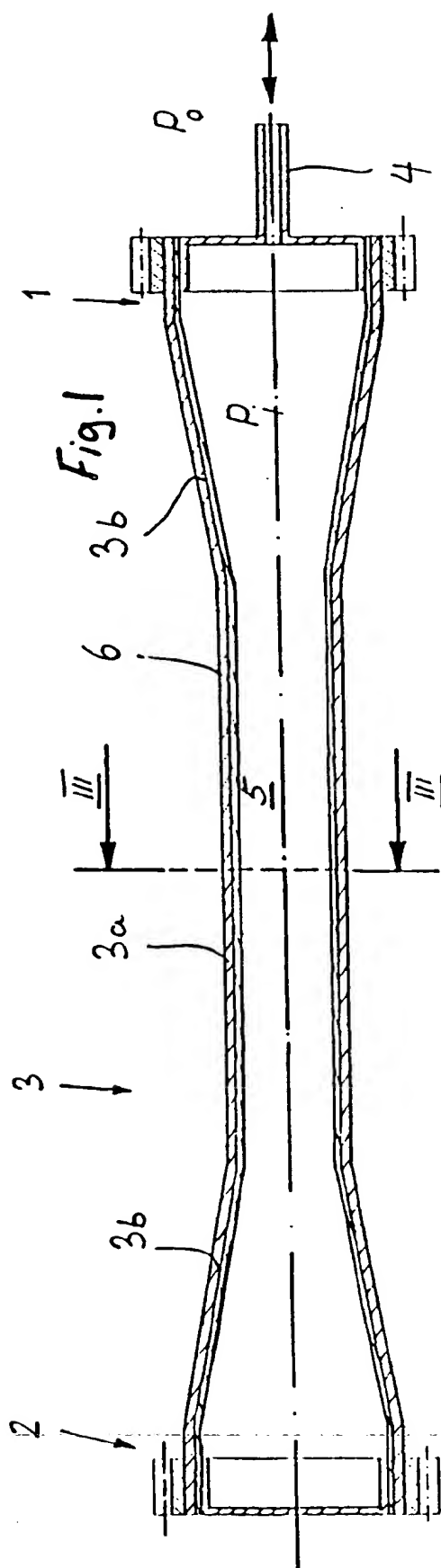
15. Drehstabfeder nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß der Spreizmechanismus eine koaxial angeordnete, von außen antreibbare Kurbelwelle (7) aufweist, die sich an der Stabinnenwandung abstützende Rollen (8) oder Kugeln beaufschlagt.

16. Drehstabfeder nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß der Spreizmechanismus eine koaxial angeordnete, von außen antreibbare Kurbelwelle (9) aufweist, an der mehrere Kurbeln (10) angelenkt sind, die mit ihrem freien Ende umfangsversetzt die Stabinnenwandung beaufschlagen.

17. Verwendung einer Drehstabfeder nach einem der Ansprüche 5 bis 16 als Stabilisator oder Aufbaufederung eines Fahrzeugs, wobei die Veränderung der Federsteifigkeit in Abhängigkeit des Fahrzeugzustandes und/oder der Fahrzeugbelastung erfolgt.

Hierzu 6 Seite(n) Zeichnungen

— Leerseite —



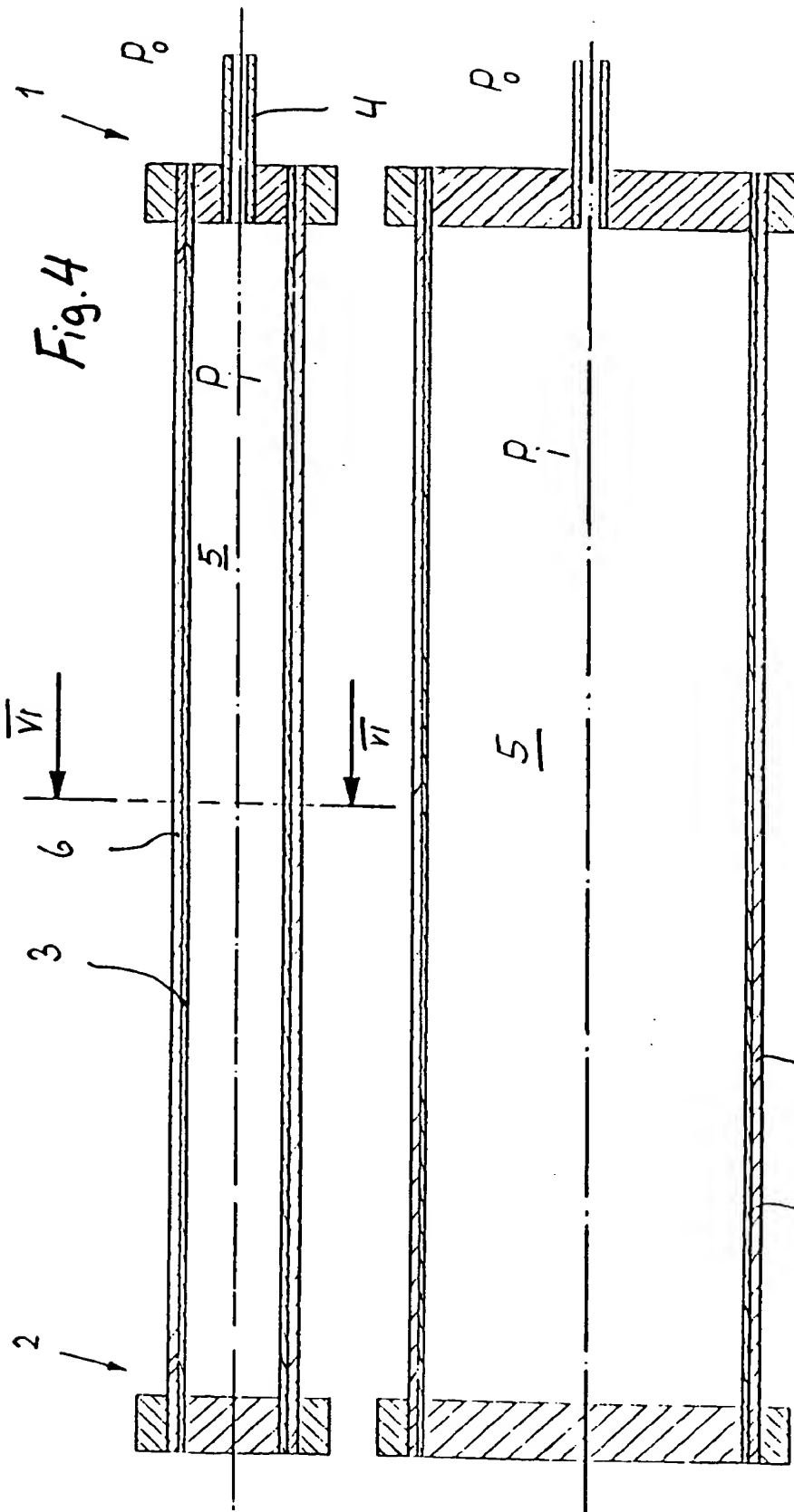


Fig. 5

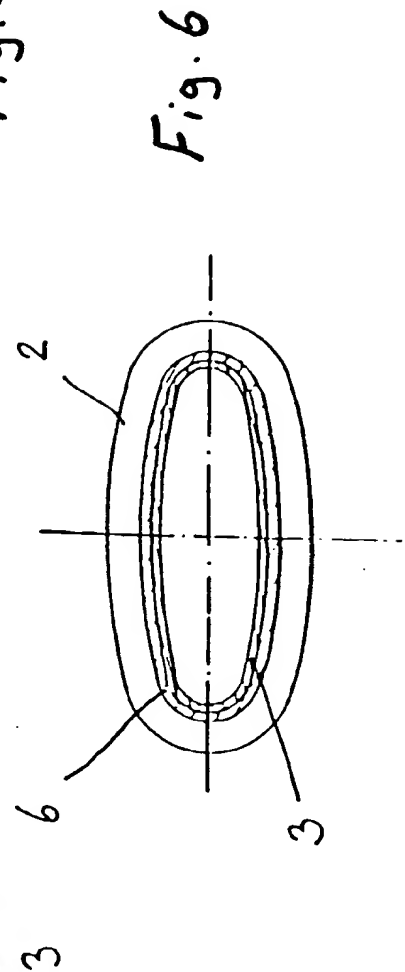
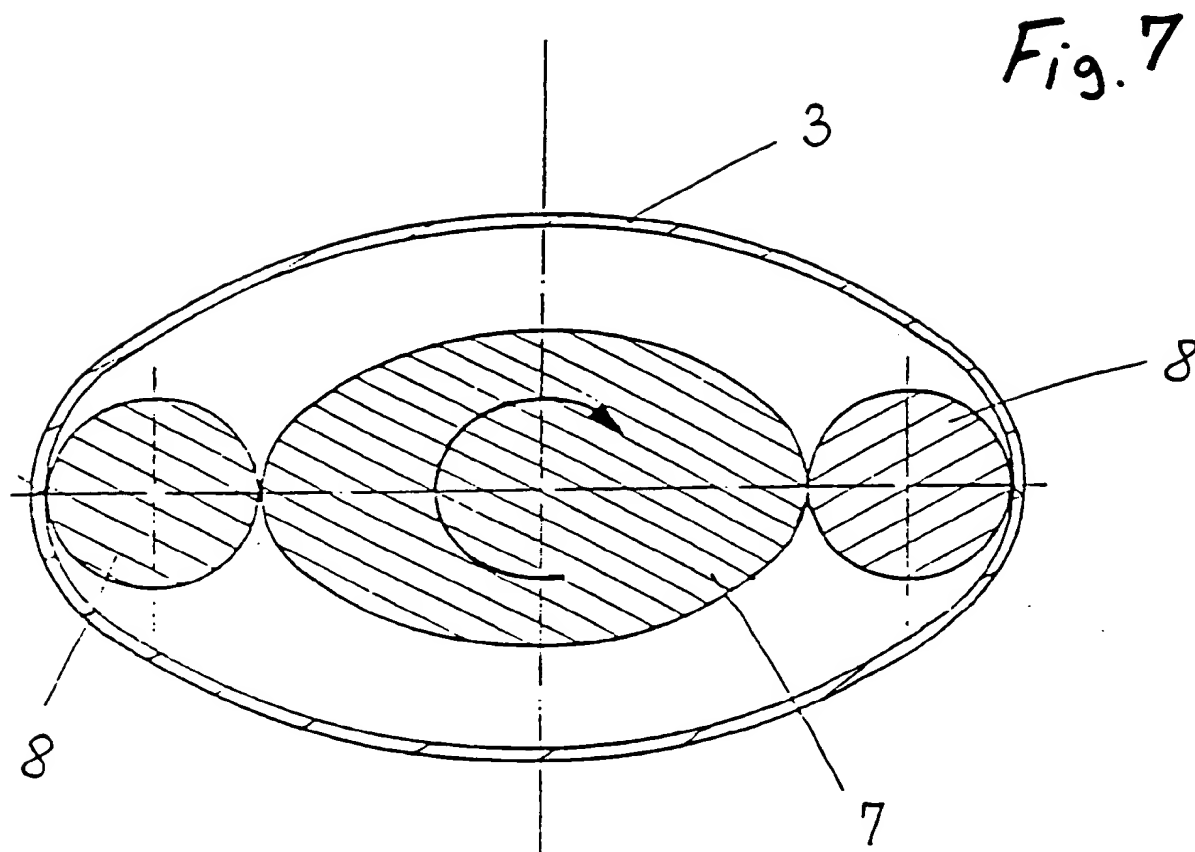


Fig. 6



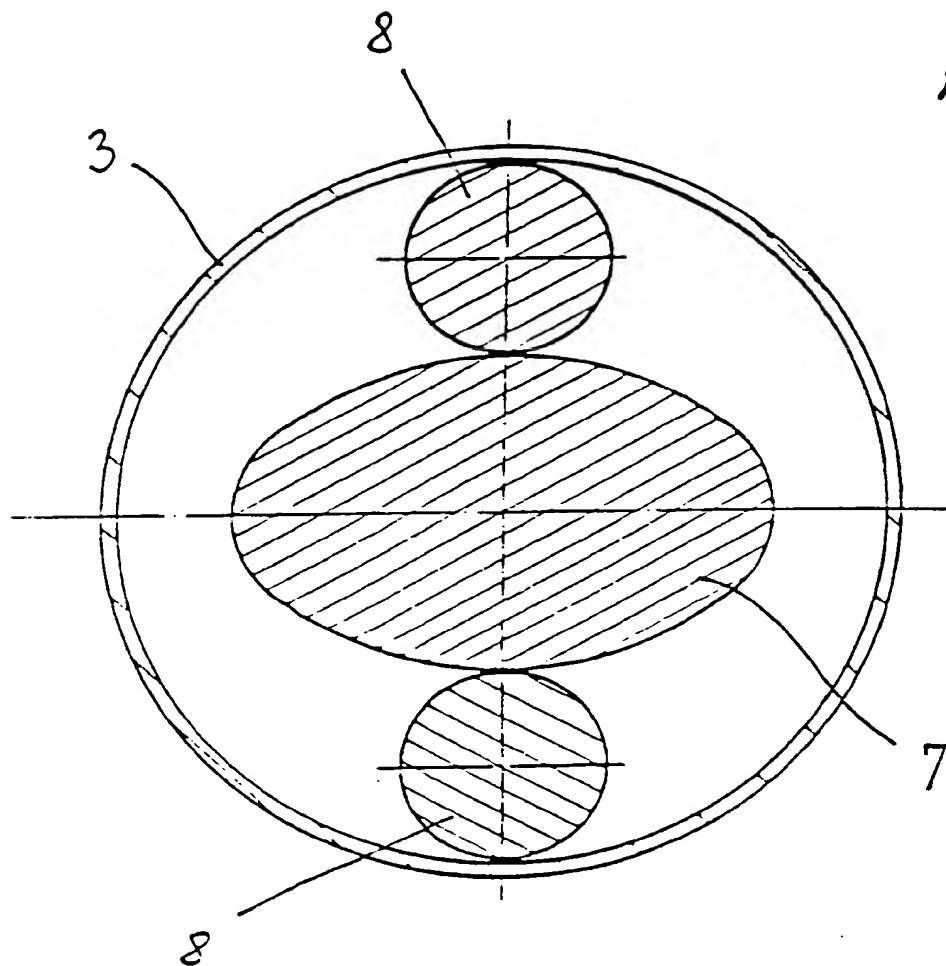


Fig. 8

Fig. 9

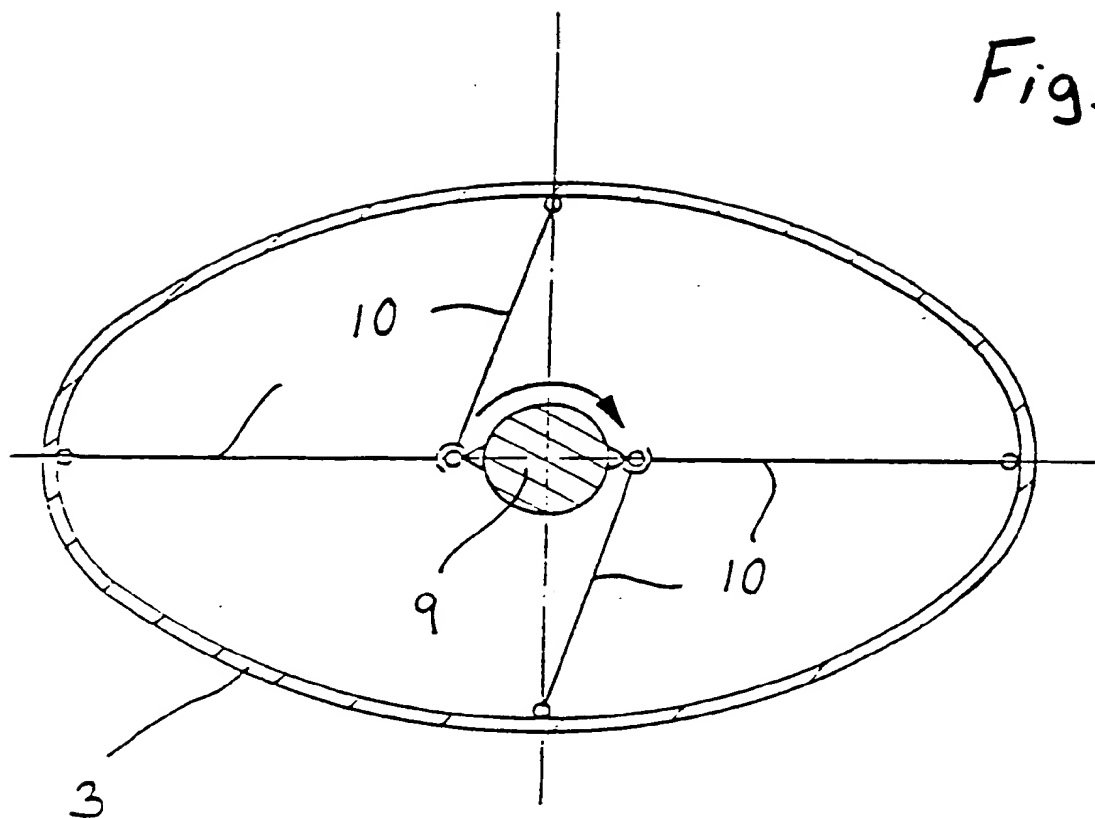


Fig. 10

